

EP 00/2184

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 07 JUL 2000

WIPO

PCT

ETU

ETU

09/700/96

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 12 589.9

**Anmeldetag:** 20. März 1999

**Anmelder/Inhaber:** TUIOPTICS GmbH, Planegg/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Material-  
untersuchung optischer Speichermedien

**IPC:** G 11 B 13/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.

München, den 19. Juni 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

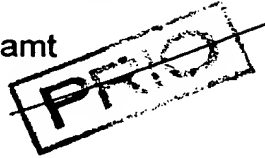
Brand

Rösler Patentanwaltskanzlei, Wilhelm-Mayr Str. 11, 80689 München

Deutsches Patent- und Markenamt

Zweibrückenstr. 12

D-80297 München



Uwe Th. Rösler, Dipl.-Phys.

Patentanwalt,  
European Patent Attorney,  
European Trademark Attorney

Telefon: +49/(0)89/546700-0, -20  
Telefax: +49/(0)89/546700-21, -24  
email: ur@urpatent.com

20.03.1999, R6/

Unser Zeichen: TUI099R01

TUIOPTICS GmbH  
Fraunhoferstr. 14, D-82152 Martinsried

---

Verfahren und Vorrichtung zur Materialuntersuchung optischer Speichermedien

---

**Technisches Gebiet**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Materialuntersuchung eines optischen Speichermediums.

**Stand der Technik**

Einmal beschreibbare (Read-Only) oder wiederbeschreibbare (Rewritable) optische Datenspeicher basieren auf Materialien oder Schichten, die bei Einstrahlung von Licht, insbesondere von Laserlicht, und evtl. unter Zuhilfenahme eines Magnetfeldes ihre optischen oder magnetischen Eigenschaften verändern. Nachdem auf einem solchen Material eine dauerhafte Veränderung eingebracht wurde, kann diese Veränderung später mit Licht oder einem Magnetsensor wieder abgetastet werden. Während bei Read-Only-Speichern die Veränderung irreversibel eingebracht wird, muß sie bei Rewritable-Speichern reversibel d.h. löschar sein.

Entwicklungsziele bei der Herstellung derartiger Speichermedien sind vornehmlich, Materialien und Schichten daraufhin zu untersuchen, ob in ihnen mit Licht oder mit der Kombination Licht/Magnetfeld irreversible oder reversible Veränderungen hervorgerufen werden können, welche wiederum mit Licht oder einem Magnetsensor erkannt werden können. Besonders wichtig ist es hierbei, das dynamische Verhalten der Materialien sowie Schichten während der Energiedeposition in Form von Licht oder Magnetfeld zu untersuchen, da für hohe Speicherdichten und hohe Schreibgeschwindigkeiten möglichst kleine Markierungen mit möglichst kurzen Laserpulsen geschrieben werden sollen.

Ein typisches Beispiel für derartige moderne Speichermedien sind sogenannte „Phase-Change-Disks“ wie sie in der CD-RW, d.h. Rewriteable Disk, repräsentiert sind (Zitat: Marchant: „Optical Recording“ Addison-Wesley). Das hierfür verwendete Material, das als Informationsträger dient (z.B. Chalkogenide oder Silber/Zink-Verbindungen) kann in verschiedenen physikalischen Phasen vorliegen. Typisch ist eine stabile kristalline Phase und eine metastabile amorphe Phase, welche unterschiedliche optische Eigenschaften aufweisen. Das Material befindet sich zunächst in der kristallinen Phase, in der es eine hohe optische Reflektivität aufweist. Durch die Einstrahlung eines kurzen Laserpulses wird das Material lokal erwärmt und an dieser Stelle aufgeschmolzen; durch das abrupte Abbrechen des Laserpulses verbleibt es jedoch dauerhaft in einer amorphen Phase, welche eine geringere Reflektivität aufweist als die kristalline Phase. Das abrupte Abbrechen des Laserpulses bzw. der abrupte Stop der Energiezufuhr in Form von elektromagnetischer Energie, die sich innerhalb des Materials in thermische Energie umwandelt, führt innerhalb des Materials zu einem Quenching-Prozeß, der eine kontinuierliche Phasenrückumwandlung in die kristalline Phase verhindert.

Markierungen, die mit diesem Prozeß in das Material geschrieben werden erscheinen demzufolge als dunkle Punkte (amorphe Stellen) auf einer hellen Oberfläche (kristalline Fläche).

Strahlt man dagegen mit einem kontinuierlichen Laserstrahl auf die markierte oder nicht-markierte Oberfläche ein, so findet der Quench-Prozeß nicht statt, d.h. die zu einem dauerhaften amorphen Zustand führende Phasenumwandlung findet nicht statt, da sich das Material langsam abkühlen kann und so in die kristalline Phase zurückkehren kann. Auf diese Weise können auch einmal markierte Stellen gelöscht werden.

### **Darstellung der Erfindung**

Aufgabe der Erfindung ist ein Verfahren zur Materialuntersuchung eines optischen Speichermediums, das zuverlässig Aussage über die Oberflächenbeschaffenheit optischer Speichermedien gestattet. Insbesondere soll eine insitu-Untersuchung möglich sein, mit der man sofort bei einem bestimmten Energieeintrag auf die Oberfläche des Speichermediums auf die Auswirkungen auf das Reflexionsverhalten und damit auf die ablaufenden Oberflächeneffekte schließen kann. Es soll möglich sein dynamische Veränderungen in für optische Speicherung geeigneten, Materialien hervorzurufen und ihre Dynamik während des Prozesses der Veränderung zu beobachten.

Die Lösung der Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft ausbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Materialuntersuchung eines optischen Speichermediums derart vorgesehen, daß ein erster kontinuierlicher Laserstrahl auf eine Oberfläche des Speichermediums gerichtet wird. Sein an der Oberfläche reflektierter Strahl wird zur Untersuchung der Oberflächenreflektivität verwendet. Ferner wird mit einem zweiten Laserstrahl wenigstens am Ort des Reflexionsereignisses des ersten Laserstrahls eine Veränderung des Reflexionsverhaltens der Oberfläche bewirkt.

Unter dem Begriff des Reflexionsereignisses ist der Oberflächenbereich auf dem optischen Speichermedium zu verstehen, an dem der erste Laserstrahl zur Oberflächenuntersuchung reflektiert wird.

Der auf die Oberfläche gerichtete, kontinuierliche Laserstrahl dient als Lesestrahl, dessen Rückreflex vom zu untersuchenden Material auf Intensität und Polarisation hin gemessen werden kann.

Zusätzlich kann ein Magnetfeldsystem in Form eines Elektromagneten vorgesehen werden, der das optische Speichermedium einem zeitlich konstantem oder veränderlichen Magnetfeld aussetzt.

### **Kurze Beschreibung der Erfindung**

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1      Aufbau zur Materialuntersuchung eines optischen Speichermediums

### **Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit**

Für die Erzeugung des Schreib- und Lesestrahles dienen zwei Laserquellen (1) und (2) mit unterschiedlichen Wellenlängen, wobei die Anordnung so gehalten ist, daß die Wahl als Schreib- oder Lesequelle frei ist. Die beiden linear p-polarisierten Laserstrahlen werden mittels eines dichroitischen Spiegels (3) auf eine gemeinsame optische Achse gebracht. Sie gelangen durch einen teildurchlässigen polarisierenden Strahlteiler (4), dessen Teilungsverhältnis beispielsweise 80%/20% beträgt (80% Transmission für p-polarisiertes Licht, 20% Reflexion für p-polarisiertes Licht, 100% Reflexion für s-polarisiertes Licht). Danach gelangen die Laserstrahlen durch eine Verzögerungsplatte (5), die üblicher Weise als variable Verzögerungsplatte auf Flüssigkristallbasis ausgelegt ist.

Für den Test von Phase-Change Materialien wird die Verzögerung auf ein Viertel der Laserwellenlänge eingestellt – die Laserstrahlen werden zirkular polarisiert.

Für den Test von magneto-optischen Materialien erfolgt keine Verzögerung, sondern lediglich eine einstellbare Korrektur der Elliptizität des rückgestreuten Lichtes.

Beide Laserstrahlen werden dann mittels eines zweiten dichroitischen Spiegels (6), welcher die beiden Laserwellenlängen reflektiert, den restlichen sichtbaren Spektralbereich aber durchläßt, in einen Mikroskopaufbau eingekoppelt. Durch das Objektiv (7) werden die beiden Strahlen beugungsbrenzt auf das zu untersuchende Material (8) fokussiert.

Das vom Material rückreflektierte, im Falle magneto-optischer Materialien zusätzlich in seiner Polarisation veränderte, Licht gelangt rückwärts über den dichroitischen Spiegel (6) durch die Verzögerungsplatte (5). Dort wird zirkular polarisiertes Licht in linear s-polarisiertes Licht verwandelt, bzw. die Elliptizität des Lichtes korrigiert. Der polarisierende Strahlteiler (4) koppelt das vom Material rückreflektierte Licht in Richtung auf die Detektoren aus. Es tritt durch eine  $\lambda/2$ -Verzögerungsplatte (9), welche dazu dient, im Falle der Anwendung für magneto-optische Medien die beiden Signale auf den Detektoren zum Zwecke einer guten Differenzbildung in ihrer Intensität auszubalancieren. Ein polarisierender Strahlteiler (10) trennt die beiden Polarisationsrichtungen auf. Beide Strahlen werden dann mittels zweier Prismen (11 und 12) in ihre Wellenlängenbestandteile zerlegt, so daß die vorher auf einer optischen Achse laufenden Materialreflexe der beiden Laserstrahlen auf unterschiedliche Detektoren gelenkt werden können. Über die zwei Linsen (13 und 14) werden die Materialreflexe auf jeweils zwei eng beieinanderliegende identische Detektoren (15 und 16) gerichtet. Somit erhält der Benutzer vier Signale getrennt nach Laserwellenlänge und nach Polarisation.

Zusätzliche Einrichtungen, wie sie für Mikroskope typisch sind ergänzen den Aufbau: Durch Okulare kann die Probe (8) mit dem Auge oder mit einer Kamera (17) beobachtet werden. Damit lassen sich Bilder der Oberflächenveränderungen

gewinnen und diese optisch vermessen. Als Auflichtquelle (18) dient eine Weißlichtquelle, die in den Mikroskopstrahlengang eingekoppelt wird. Durch das Einbringen eines Polarisators (19) im Strahlengang der Weißlichtquelle und das Einbringen eines Analysators (20) im Beobachtungsstrahlengang ist die Polarisationsmikroskopie der Oberfläche möglich.

Die Probe befindet sich auf einem motorischen XY-Tisch (21), so daß automatisch mehrere Meßpunkte zur Ermittlung der Statistik der Meßergebnisse gesetzt werden können. Unter der Probe (8) befindet sich ein starker Elektromagnet (22), der die Magnetfelder zur Untersuchung magnetooptischer Schichten erzeugt.

Die Apparatur wird von einem Zentralrechner gesteuert. Wird eine Messung gestartet, so wird zunächst einer der beiden Laser mit geringer Leistung kontinuierlich aktiviert. Danach wird der zweite Laser nach den Vorgaben des Benutzers dazu veranlaßt einen Impuls mit festgelegtem Amplitudenverlauf und festgelegter Zeitdauer (z.B. ein Rechteckimpuls) abzugeben. Die von den Detektoren (15, 16) empfangenen vier Signale ( $Ss_1$ ,  $Ss_2$ ,  $Sp_1$ ,  $Sp_2$ ) werden mittels eines Transientenrecorders vor, während und nach dem Laserimpuls aufgezeichnet. Der zeitliche Verlauf der Signale gibt dann Auskunft über das dynamisch optische Verhalten des Materials. Danach kann eine neue Stelle auf dem Material der Probe 8 für eine Wiederholung des Anlaufes angefahren werden, oder aber der Impuls in seiner Intensität, Zeitdauer oder Form verändert werden.

Im Falle von rein reflektierenden, die Polarisation nicht beeinflussenden Materialien können die beiden Signale einer Wellenlänge addiert werden, in jedem Fall kann aber auch die Polarisationsabhängigkeit der Materialreflexion (z.B. die Doppelbrechung des Materials) beobachtet werden. Im Falle magneto-optischer Materialien werden die beiden Signale einer Wellenlänge voneinander abgezogen um das magneto-optische Differenzsignal zu erhalten.

Zusätzlich ist es möglich die Probe auf eine Heiz- oder Kühlfläche (z.B. Pletierelement) zu plazieren, um damit die thermische Abhängigkeit der optischen Eigenschaften zu messen.

Als Vorteile des Meß-Verfahrens sind zu nennen:

Das Verfahren erlaubt es, Veränderungen optischer Eigenschaften von Materialoberflächen durch die Einwirkung von Laserstrahlung und ggf. gleichzeitiger Einwirkung eines Magnetfeldes zu untersuchen, wobei die optischen Eigenschaften vor, während und nach der Einwirkung eines Lichtpulses unabhängig von diesem Lichtpuls beobachtet werden können.

Dadurch, daß zwei Laser verwendet werden läßt sich der zeitliche und Intensitätsverlauf des eingestrahnten Laserimpulses beliebig verändern ohne die Eigenschaften des Lesepulses und damit des durch ihn zustande kommenden Signals zu verändern.

Die optischen Eigenschaften lassen sich mit zwei unterschiedlichen Laserwellenlängen wechselweise als Schreib- oder Lesestrahl untersuchen. Das Meßgerät erlaubt es, Materialien und Schichten unter lichtdurchlässigen Substraten (z.B. CD-RW) zu untersuchen. Die optischen Eigenschaften lassen sich darüberhinaus temperaturabhängig untersuchen.

Die optischen Eigenschaften lassen sich auch auf ihre Polarisierungseffekte (Doppelbrechung, Kerr-Rotation) hin untersuchen.

Während und nach der Messung kann die Oberflächenveränderung mikroskopisch und polarisations-mikroskopisch beobachtet und/oder vermessen werden.

Das Instrument kann als Scanning-Mikroskop verwendet werden, indem das Lese-Detektorsignal während einer XY-Verschiebung des Probestisches gemessen wird.



Damit lassen sich die Größen der Markierungen auf dem Material nicht nur rein optisch bestimmen, sondern auch die Polarisationsabhängigkeit. Es lassen sich außerdem Markierungsgrenzen eindeutig festlegen.

Gemeinsam mit dem Magneten kann die Magnetisierungs-Hysteresekurve von magneto-optischen Materialien vermessen werden.

Alle vorstehend genannten Meßfunktionen können ohne große Umbauten schnell hintereinander und vor allem in einem Aufbau durchgeführt werden.

**Bezugszeichenliste**

- |    |  |
|----|--|
| 1  | Laser                                      |
| 2  | Laser                                      |
| 3  | dichroitischer Spiegel                     |
| 4  | Strahlteiler                               |
| 5  | Verzögerungsplatte                         |
| 6  | dichroitischer Spiegel                     |
| 7  | Objektiv                                   |
| 8  | Speichermedium, zu untersuchendes Material |
| 9  | $\lambda/2$ -Verzögerungsplatte            |
| 10 | polarisierender Strahlteiler               |
| 11 | Prisma                                     |
| 12 | Prisma                                     |
| 13 | optische Linse                             |
| 14 | optische Linse                             |
| 15 | Detektor                                   |
| 16 | Detektor                                   |
| 17 | Kamera                                     |
| 18 | Auflichtquelle                             |
| 19 | Polarisators                               |
| 20 | Analysators                                |
| 21 | XY-Tisch                                   |
| 22 | Elektromagnet                              |

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Materialuntersuchung eines optischen Speichermediums mit einem ersten, auf eine Oberfläche des Speichermediums gerichteten kontinuierlichen Laserstrahl, dessen an der Oberfläche reflektierter Strahl zur Untersuchung der Oberflächenreflektivität verwendet wird und mit einem zweiten Laserstrahl, der wenigstens am Ort des Reflexionsereignisses des ersten Laserstrahls eine Veränderung des Reflexionsverhaltens der Oberfläche bewirkt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Energiedeposition simultan zum Reflexionsereignis erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß der zweite Laserstrahl gepulst betrieben wird und eine zum ersten Lichtstrahl unterschiedliche Wellenlänge und/oder unterschiedliche Intensität aufweist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß am Ort des optischen Speichermediums ein Magnetsystem vorgesehen ist, das das Speichermedium einem konstanten oder zeitlich veränderlichen Magnetfeld aussetzt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Speichermedium am Ort der Energiedeposition durch den Energieeintrag einen physikalischen Phasensprung erfährt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Speichermedium am Ort der Energiedeposition durch den Energieeintrag eine Änderung der magnetischen Eigenschaften erfährt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß beim reflektierten Strahl zur Untersuchung der Oberflächenreflektivität die Intensität und/oder Polarisierung gemessen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Auswertung die an der Oberfläche reflektierte Strahlung des zweiten Lichtstrahls verwendet wird.

### **Zusammenfassung**

Beschrieben wird ein Verfahren zur Materialuntersuchung eines optischen Speichermediums mit einem ersten, auf eine Oberfläche des Speichermediums gerichteten kontinuierlichen Laserstrahl, dessen an der Oberfläche reflektierter Strahl zur Untersuchung der Oberflächenreflektivität verwendet wird und mit einem zweiten Laserstrahl, der wenigstens am Ort des Reflexionsereignisses des ersten Laserstrahls eine Veränderung des Reflexionsverhaltens der Oberfläche bewirkt.

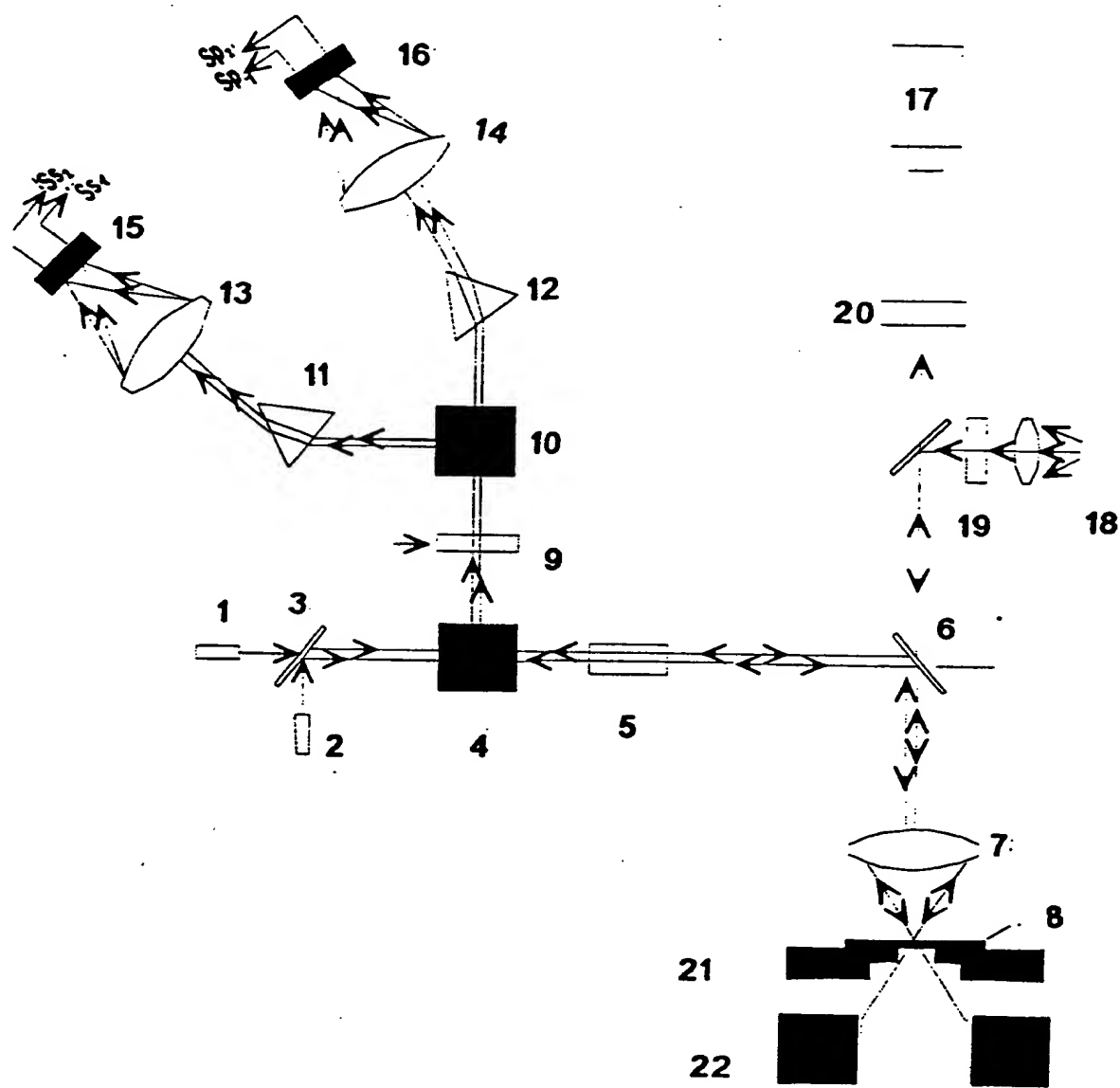


Fig. 1